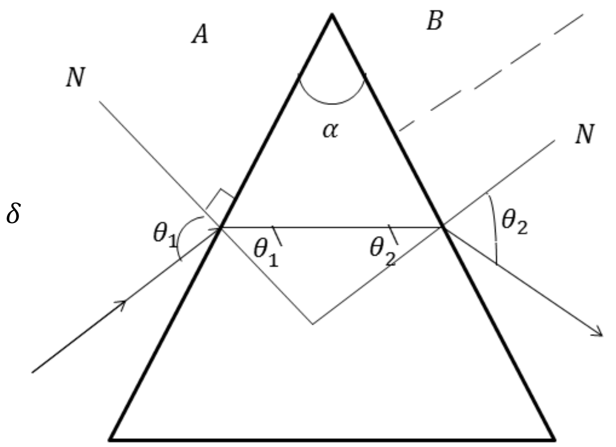
اسم المحاضرة
انكسار الضوء في الموشور

اسم الدكتور: د. أحمد دبل

RBC HAMAK

اسم المادة : فيزياء ١

قوانين الموشور



A: بالهواء $n.\sin\theta_1 = n.\sin\grave{\theta}_1$

$n.\sin\theta_2 = n.\sin\grave{\theta}_2$

$\alpha = \grave{\theta}_1 + \grave{\theta}_2$

$\delta = \theta_1 + \theta_2 - \alpha$

زاوية رأس الموشور α

زاوية الإنحراف الكلي δ

شرطا البروز:

$\grave{\theta}_1 \le \theta_c \ ,\grave{\theta}_2 \le \theta_c \Rightarrow \alpha \le 2\theta_c$

بالتعويض في القانون $\alpha = \theta_1 + \theta_2$

أما إذا كانت زاوية رأس الموشور > θ_c فإن كل الاشعة التي تعبر الوجه الأول للموشور تعاني انعكاس داخلي كلي على الوجه الثاني للموشور.

ملاحظة

إن الزاوية الحرجة مرتبطة بقرينة انكسار المادة حيث $\sin\theta_c = \frac{1}{n}$ علماً أن الوسط الاول هو الهواء.

فمثلاً: $\theta_c = \sin^{-1}\frac{1}{1.52} = 42^\circ$ زجاج

$\theta_c = \sin^{-1}\left[\frac{1}{1.33}\right] = 48^\circ$ للماء

فإن كل زاوية على الزجاج تكون > 42° يكون الانعكاس داخلي كلي فالشعاع الوارد لن يخرج و سينعكس نحو الداخل بشكل تام.

زاوية الانحراف الأصغري في الموشور δ_{min} :

وتحدث في وضع التماثل أي عندما تكون زاوية الورود θ_1 على الوجه الاول تساوي زاوية البروز على الوجه الثاني.

$$\theta_1 = \theta_2$$

$$\grave{\theta}_1 = \grave{\theta}_2 \Rightarrow \delta min$$

$$\delta min = \theta_1 + \theta_2 - \alpha = 2\theta_1 - \alpha \Rightarrow \theta_1 = \frac{\delta_{mini} + \alpha}{2}$$

$$\alpha = 2\grave{\theta}_1 \Rightarrow \grave{\theta}_1 = \frac{\alpha}{2}$$

ملاحظة

الموشور جسم كاسر للضوء و بشدة.

آلية حساب قرنية الانكسار:

نعوض θ_1, θ_1 في اول قانون من قوانين الموشور و نجد:

$$\sin\left[\frac{\delta min+\alpha}{2}\right] = n.\sin\frac{\alpha}{2}$$

$$n = \frac{\sin\frac{(\delta \min+\alpha)}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}}$$

وبالتالي من معرفة δmin والزاوية α يتم حساب قرنية انكسار الموشور.

حالة خاصة:

الموشور الرقيق عندما $\alpha < 10^\circ$ تصبح δmin صغيرة ويمكن مساواة الزاوية بجيب الزاوية

$$n\alpha = [\delta \min + \alpha] \Rightarrow \delta \min = \alpha(n-1)$$

القدرة التبديدية للموشور w :

بما أنّ الموشور يبدد الضوء الابيض إلى مكوناته ووجدنا ان الضوء البنفسجي ينحرف أكثر من الضوء الاحمر و نعلم أن الانحراف الضوئي وقرنية الانكسار مرتبطين وفق قانون (سنل ديكارت) فنعرّف القدرة التبديدية لضوء الموشور بأنها نسبة مقدار التشتت الزاوي إلى متوسط الانحراف

$$w = \frac{\delta_v - \delta_R}{\delta_y} = \frac{n_v - n_R}{n_y - 1}$$

δ_R زاوية الإنحراف للضوء الأحمر

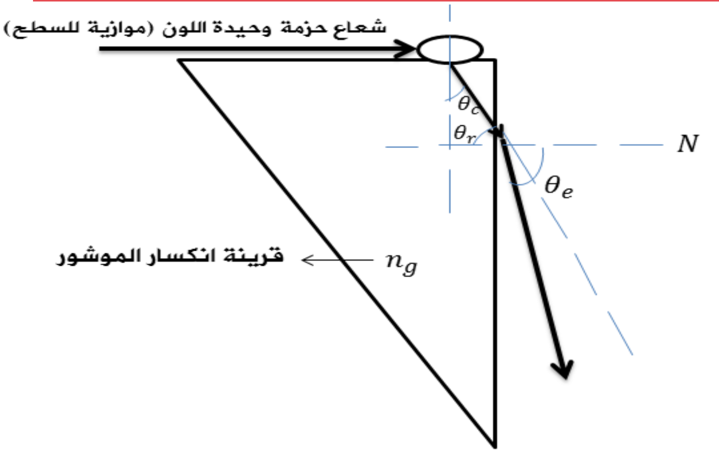
δ_v زاوية الإنحراف للضوء البنفسجي

δ_y زاوية الإنحراف للضوء الأصفر

ملاحظة

n متغيرة بتغير t و هي ليست مقدار ثابت فإنها تتغير بالوسط حسب الضوء (أحمر..)

طريقة بوليفرش في تعيين قرنية الانكسار للسائل:



(استنتاج دورة)

من n عالية (الداخلية) ⇐ n منخفضة (الخارجية)

يبتعد الشعاع عن الناظم.

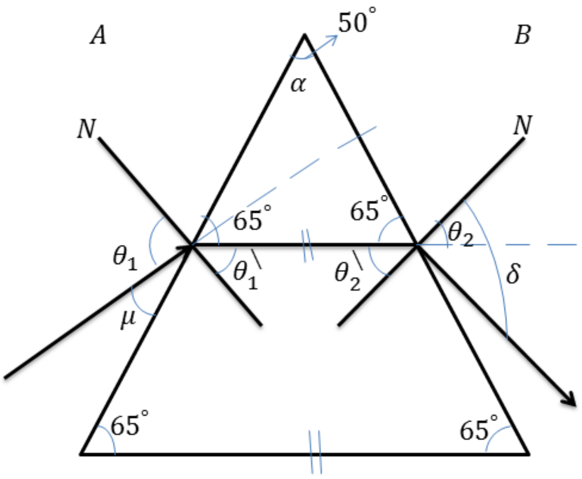
تتكون طريقة بوليفرش من موشور قائم الزاوية قرنية انكساره n_g نثبت فوق أحد حروفه القائمة قطرة السائل المدروس و نسقط حزمة وحيدة اللون مماسة للسطح المشترك (بين السائل و الموشور) فينكسر الضوء وفق زاوية حرجة θ_c ويبرز من الوجه المقابل بزوية بروز نهائية θ_e

$$A : \text{للقطرة}\ n.\sin\theta_1 = ng.sin\theta_c\ \text{للزجاج}$$
$$n = ng.sin\theta_c$$
$$sin\theta_c = \frac{n}{ng}\ (1)\ ;\ \theta_1 = \frac{\pi}{2}$$
$$B : ng.sin\theta_r = \text{للهواء}\ n\ sin\theta_e$$
$$ng = \frac{sin\theta_e}{sin\theta_r} = \frac{n.sin\theta_e}{sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta_c\right)}$$
$$ng = \frac{n.sin\theta_e}{cos\theta_c} \Rightarrow cos\theta_c = \frac{sin\theta_e}{ng}\ (2)$$

بتربيع العلاقتين (١) و (٢) وباستخدام القانون $(sin^2 x + \cos^2 x = 1)$

$$\Rightarrow \left(\frac{sin\theta_e}{ng}\right)^2 + \left(\frac{n}{ng}\right)^2 = 1$$
$$n = \sqrt{ng - \sin^2\theta_e}$$

مسألة :



يرد ضوء على وجه الموشور بحيث يصنع مع سطحه الزاوية
و قرنية انكساره $n = 1.46$ وزاويتي القاعدة 65°
ينكسر الشعاع الضوئي على الوجه الأول بحيث يمر موازيا لقاعدة الموشور
احسب الزاوية μ
عندما يخرج الضوء من الموشور يصنع الزاوية δ (الانحراف) احسب زاوية انحراف الموشور.

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} - \mu$$
$$\theta_1 = 90 - 65 = 25$$

تطبيق قانون سنل ديكارت على الوجه A الاول:

$$n.sin\theta_1\ \text{هواء} = n.sin\grave{\theta}_1\ \text{زجاج}$$
$$\sin\left(\frac{\pi}{4} - \mu\right) = 1{,}46.\sin(25)$$
$$\frac{\pi}{2} - \mu = 38° \rightarrow \mu = 90 - 38 = 51{,}9°$$

اعتماداً على قوانين الموشور:

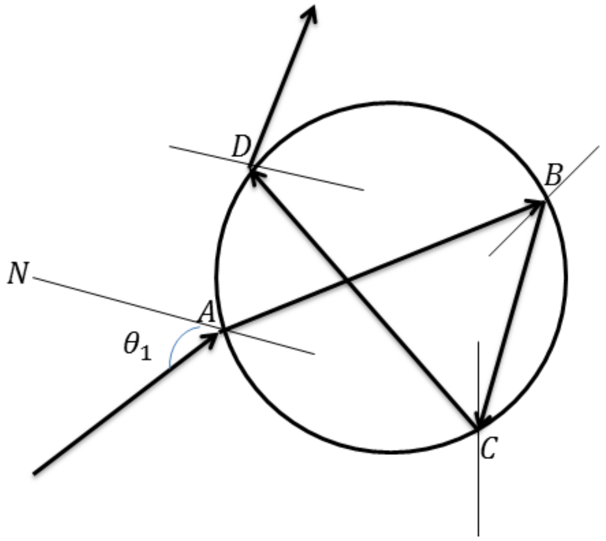
$$\theta_1 = \theta_2 = 25° \quad ,\alpha = 50°$$

بتطبيق قانون سنل ديكارت على الوجه الثاني:

$$1.44\ .sin\theta_2 = 1.sin\theta_2$$
$$\theta_2 = 30°$$
$$\theta_1 = 38.1°, \theta_2 = 38{,}1°$$
$$\delta = 2(38{,}1) - 50 = 26{,}2°$$

مسألة :

يدخل شعاع ضوئي في كرة شفافة متجانسة و عانى في داخلها انعكاسين جزئيين قبل أن يبرز منها ادرس تغيرات زاوية الانحراف بدلالة زاوية الورود.



الانعكاس B, C الانكسار A, D

زاوية الانحراف بالانعكاس $\delta_1 = \pi - 2\theta_r$

زاوية الانحراف بالانكسار $\delta_2 = \theta_i - \theta_r$

$\delta_{كلي} = 2\delta_1 + 2\delta_2$

$\delta_{كلي} = 2\pi - 4\theta_r + 2\theta_i - 2\theta_r = 2\pi + 2\theta_i - 6\theta_r$

نشتق وندرس الاطراد:

$$\frac{d\delta}{d\theta_i} = 2\frac{d\theta_i}{d\theta_i} - 6\frac{d\theta_r}{d\theta_i}$$

$$\frac{d\delta}{d\theta_i} = 2 - 6\left(\frac{d\theta_r}{d\theta_i}\right) \Rightarrow \frac{d\delta}{d\theta_i} = 2 - 6\left(\frac{\cos\theta_i}{n\cos\theta_r}\right)$$

نعدم المشتق: $\frac{d\delta}{d\theta_i} = 0 \Rightarrow 3\cos\theta_i = n.\cos\theta_r$

نربع:

$$9\cos^2\theta_i = n^2.\cos^2\theta_r$$
$$9(1-\sin^2\theta_i) = n^2(1-\sin^2\theta_r)$$

نحول من i إلى im (max)

$$9 - 9\sin^2\theta_{im} = \sqrt{9 - \frac{n^2}{8}}$$

$n < 3$ دائماً للمعادلة حل أكيد الانحراف δ يمر عند $\theta_i = \theta m$ بنهاية صغرى

$$n = 1{,}3 \rightarrow \theta m = 65° \rightarrow \theta_r = 45°$$

θ_i	0	65	$\frac{\pi}{2}$
$\frac{d\delta_i}{d\theta_i}$	$---$	0	$+++$
δ	360 ↘	215 ↗	241